



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項1】

回分式反応槽において被処理液を回分式活性汚泥処理し、回分式反応槽の低濃度液を第2反応槽に供給し、第2反応槽の槽内混合液を膜分離槽との間において循環しながら膜分離活性汚泥処理し、第2反応槽の槽内混合液を回分式反応槽へ返送することを特徴とする水処理方法。

## 【請求項2】

第2反応槽において水深方向の汚泥濃度勾配を形成し、低深度水深下の汚泥濃度の低い槽内混合液を膜分離槽へ送液し、高深度水深下の汚泥濃度の高い槽内混合液を回分式反応槽へ返送することを特徴とする請求項1に記載する水処理方法。

## 【請求項3】

回分式反応槽において被処理液を回分式活性汚泥処理し、回分式反応槽の低濃度液を膜分離槽に供給して膜分離活性汚泥処理し、膜分離槽で濃縮した槽内混合液を回分式反応槽へ返送することを特徴とする水処理方法。

## 【請求項4】

回分式反応槽において、被処理液を供給しながら行う無酸素攪拌工程と、槽内混合液を曝気しながら行う好気反応工程と、凝集剤を添加して攪拌後に静置する攪拌沈殿工程と、沈殿分離した低濃度液を次槽へ送液する移送工程とを順次に行うことを特徴とする請求項1～3の何れか1項に記載の水処理方法。

## 【請求項5】

被処理液を回分式活性汚泥処理する回分式反応槽と、回分式反応槽の低濃度液を貯留する第2反応槽と、浸漬型膜分離装置を有して第2反応槽の槽内混合液を膜分離活性汚泥処理する膜分離槽と、回分式反応槽の低濃度液を第2反応槽へ送液する第1送液系と、第2反応槽の槽内混合液を回分式反応槽へ返送する第1返送系と、第2反応槽の槽内混合液を膜分離槽へ送液する第2送液系と、膜分離槽の槽内混合液を第2反応槽へ返送する第2返送系とを有することを特徴とする水処理装置。

## 【請求項6】

被処理液を回分式活性汚泥処理する回分式反応槽と、浸漬型膜分離装置を有して回分式反応槽の低濃度液を膜分離活性汚泥処理する膜分離槽と、回分式反応槽の低濃度液を膜分離槽へ送液する送液系と、膜分離槽の槽内混合液を回分式反応槽へ返送する返送系とを有することを特徴とする水処理装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は水処理方法および装置に関し、下水、産業排水、生活排水等から汚濁物を除去する水処理技術に係るものである。

## 【背景技術】

## 【0002】

従来、水処理において脱窒素処理を行う方法として回分式活性汚泥法がある。これは下水、産業排水、生活排水等の污水（汚濁物）を曝気槽に貯留し、曝気槽で污水を一定時間曝気して浄化処理し、その後に曝気を停止して活性汚泥を沈殿させ、低濃度液（処理水）を取り出し、槽内に沈殿物（濃縮汚泥）が残留する状態で新たに污水を槽内に導入するものであり、曝気槽と沈殿槽を一つの槽で兼ねている。

## 【0003】

また、連続式活性汚泥法として膜分離活性汚泥法がある。これは、例えば図11に示すように、下水、産業排水、生活排水等の被処理液を第1の槽をなす反応槽31に導入し、別途の反応槽を兼ねた第2の槽をなす膜分離槽32と反応槽31との間で槽内混合液を循環させている。

## 【0004】

反応槽31が無酸素槽をなす場合には、被処理液の有機態窒素あるいはアンモニアを膜

分離槽32での硝化反応によって硝酸態窒素、亜硝酸態窒素に酸化し、反応槽31において脱窒反応によって硝酸態窒素、亜硝酸態窒素を窒素に還元して窒素を水環境から除去している。反応槽31が嫌気槽をなす場合には、反応槽31で活性汚泥からリンを放出し、膜分離槽32においてリンを摂取した活性汚泥を取り出してリンを水環境から除去している。

【0005】

また、膜分離槽32では散気装置33から散気する曝気空気によって固気液混相の上昇流を生じさせ、この上昇流で槽内混合液を膜分離装置34にクロスフローで供給し、膜面洗浄を行いながら槽内混合液を固液分離し、膜ろ過液を槽外へ取り出し、分離した活性汚泥を槽内に留めることで活性汚泥を高濃度に維持している。

【特許文献1】特開2002-346585公報

【特許文献2】特開平7-241596号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

回分式活性汚泥法では、一般に槽内の汚泥濃度が5g/L程度で、反応速度が低いので、槽容積が大きくなる。槽内の汚泥濃度を高濃度に保持すれば反応速度が高まるが、汚泥濃度が高まると沈殿濃縮が困難となるとともに、曝気によって槽内混合液に溶解する酸素の溶解効率が低下する。

【0007】

また、回分式活性汚泥法において、溶解性物質（コロイド性物質）を分解による除去ではなく、凝集剤を用いて水環境から除去することは困難であり、大量の凝集剤の使用が必要となる。

【0008】

膜分離活性汚泥法では、被処理液中の汚濁物が多く（負荷が高く）、かつ槽内混合液の汚泥濃度が高くて膜汚染物（微生物が排出する粘着性物質など）を多く含む場合に、汚泥濃度を高めることで微生物による反応速度を高めるメリットがある一方で、膜汚染物が膜の細孔に詰まって閉塞が起こり易く、逆洗操作を行う回数が増加して稼働率が低下するというジレンマがある。

【0009】

膜分離活性汚泥法では、ほぼ完全混合状態で生物学的処理を行うので短絡流が発生し易く、十分な反応時間を確保するために槽が大きくなる、あるいは多段化する等の問題がある。

【0010】

特許文献1は、廃水投入－曝気－沈殿－処理水排出の各工程を順次行うことを1サイクルとし、このサイクルを繰り返す回分式の反応槽の1サイクルの運転時間を5時間以下に設定するとともに、一対の反応槽を時間差を設けて運転し、これら反応槽から排出される処理水を共通の膜分離槽に直接導いて汙過処理するものであるが、各反応槽における汚泥濃度は小さく、槽容量は大きいものである。

【0011】

特許文献2は、浸漬型膜モジュール生物処理槽内の被処理水を攪拌（かくはん）して嫌気状態を形成し、該嫌気性状態において脱窒素菌によって脱窒を行い、前記浸漬型膜モジュール生物処理槽内の被処理水を曝気（ばっき）して好気性雰囲気を形成し、該好気性雰囲気において硝化菌によって短サイクル回分式活性汚泥法による硝化を行うものである。この構成によれば、槽内に汚泥濃度を高濃度に維持できるが、高濃度化に伴う膜面汚染の問題は解決されていない。

【0012】

本発明は上記した課題を解決するものであり、微生物（活性汚泥）を高濃度に保持して反応時間を短縮しつつ、流入量の流量変動にも容易に追従できる槽内混合液のフローバランスを実現し、排水中の汚濁物を効率的に除去する水処理方法および装置を提供すること

を目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0013】

上記課題を解決するために、請求項1に記載する本発明の水処理方法は、回分式反応槽において被処理液を回分式活性汚泥処理し、回分式反応槽の低濃度液を第2反応槽に供給し、第2反応槽の槽内混合液を膜分離槽との間において循環しながら膜分離活性汚泥処理し、第2反応槽の槽内混合液を回分式反応槽へ返送するものである。

【0014】

上記した構成により、回分式反応槽では回分式活性汚泥処理により被処理液中の沈降し易い汚濁成分を除去し、第2反応槽から汚泥濃度の高い槽内混合液を返送することで汚泥濃度を高くして生物反応を促進する。

【0015】

このため、第2反応槽および膜分離槽に流入する回分式反応槽の低濃度液は汚濁負荷が少なく汚泥濃度の低いものとなり、槽内混合液を膜分離して膜ろ液を取り出すことで濃縮されたとしても、第2反応槽と膜分離槽との間で循環する槽内混合液の膜汚染物が低下し、かつ汚泥濃度も高くなり過ぎない。

【0016】

これによって、膜汚染物や汚泥による膜面閉塞を抑止しつつ酸素溶解効率を高めて、回分式反応槽から流入する沈殿分離し難い難分離物を膜分離活性汚泥処理できる。

請求項2に記載する本発明の水処理方法は、第2反応槽において水深方向の汚泥濃度勾配を形成し、低深度水深下の汚泥濃度の低い槽内混合液を膜分離槽へ送液し、高深度水深下の汚泥濃度の高い槽内混合液を回分式反応槽へ返送するものである。

【0017】

上記した構成により、槽内混合液が循環する第2反応槽と膜分離槽とにおいて汚泥濃度差を形成し、第2反応槽から回分式反応槽へ返送する槽内混合液の汚泥濃度を高めることで回分式反応槽における汚泥濃度がより一層高くなり、第2反応槽から膜分離槽へ送液する槽内混合液の汚泥濃度を低下させることで膜分離槽における汚泥濃度は最適となり酸素溶解効率がより一層高くなり、さらなる膜面閉塞の抑制を実現できる。

請求項3に記載する本発明の水処理方法は、回分式反応槽において被処理液を回分式活性汚泥処理し、回分式反応槽の低濃度液を膜分離槽に供給して膜分離活性汚泥処理し、膜分離槽で濃縮した槽内混合液を回分式反応槽へ返送するものである。

【0018】

請求項4に記載する本発明の水処理方法は、回分式反応槽において、被処理液を供給しながら行う無酸素攪拌工程と、槽内混合液を曝気しながら行う好気反応工程と、凝集剤を添加して攪拌後に静置する攪拌沈殿工程と、沈殿分離した低濃度液を次槽へ送液する移送工程とを順次に行うものである。

【0019】

請求項5に記載する本発明の水処理装置は、被処理液を回分式活性汚泥処理する回分式反応槽と、回分式反応槽の低濃度液を貯留する第2反応槽と、浸漬型膜分離装置を有して第2反応槽の槽内混合液を膜分離活性汚泥処理する膜分離槽と、回分式反応槽の低濃度液を第2反応槽へ送液する第1送液系と、第2反応槽の槽内混合液を回分式反応槽へ返送する第1返送系と、第2反応槽の槽内混合液を膜分離槽へ送液する第2送液系と、膜分離槽の槽内混合液を第2反応槽へ返送する第2返送系とを有するものである。

【0020】

請求項6に記載する本発明の水処理装置は、被処理液を回分式活性汚泥処理する回分式反応槽と、浸漬型膜分離装置を有して回分式反応槽の低濃度液を膜分離活性汚泥処理する膜分離槽と、回分式反応槽の低濃度液を膜分離槽へ送液する送液系と、膜分離槽の槽内混合液を回分式反応槽へ返送する返送系とを有するものである。

【発明の効果】

【0021】

以上のように本発明によれば、回分式活性汚泥処理工程と膜分離活性汚泥処理工程を順次に行い、膜分離活性汚泥処理工程の濃縮した槽内混合液を回分式活性汚泥処理工程へ返送することで、回分式反応槽における高汚泥濃度下の生物反応と槽容積の小型化を実現し、膜分離槽における酸素溶解効率の向上と膜面閉塞の抑制を実現できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0022】

以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。本実施の形態は、BOD、窒素を含む有機性廃水の処理例である。図1～図4において、回分式反応槽1は前槽として流量調整槽2を有しており、流量調整槽2には被処理液が流入する被処理液供給系3が連通するとともに、被処理液を回分式反応槽1へ供給するポンプを有した被処理液送液系4を設けている。

【0023】

回分式反応槽1には、有機高分子ポリマー等の凝集剤および凝集助剤を供給する薬剤供給系5が連通するとともに、ブロワ6に接続した散気管7と攪拌機8を配置し、低濃度液を次槽の第2反応槽9へ供給するポンプを有した第1送液系10を設け、槽底部に汚泥引抜き系11を設けている。

【0024】

回分式反応槽1の低濃度液を貯留する第2反応槽9には、槽内混合液を回分式反応槽1へ返送する第1返送系12を設けるとともに、ブロワ13に接続した散気管14と攪拌機15を配置し、槽内混合液を次槽の膜分離槽16へ供給するポンプを有した第2送液系17を設けている。

【0025】

第2反応槽9の槽内混合液を膜分離活性汚泥処理する膜分離槽16には、槽内混合液を第2反応槽9へ自然流下で返送する第2返送系18を設けるとともに、浸漬型膜分離装置19を配置しており、槽底部に汚泥引抜き系20を設けている。

【0026】

浸漬型膜分離装置19は膜充填部21を有し、膜充填部21には駆動圧（膜間差圧）を与える吸引ポンプ22を接続し、膜充填部21の下方に散気管23を配置しており、散気管23にはブロワ24を接続している。膜充填部21は所定間隙をあけて平行に配列する膜カートリッジからなり、各膜カートリッジは平板の表裏両側面に有機平膜を配置してなり、膜面を上下方向に沿わせて配置する。膜充填部21にはセラミック膜や中空糸膜やチューブ状の膜を使用することも可能である。

【0027】

上述した構成において各槽体は独立した別体である必要はなく、一つの槽体を壁体で仕切って構成することも可能であり、槽内混合液の各移送系も越流等の他の手段を使用することも可能である。

【0028】

以下、上記した構成における作用を説明する。はじめに、回分式反応槽1における回分式活性汚泥処理について説明する。図5に示すように、回分式反応槽1では無酸素攪拌工程（a）と好気反応工程（b）と攪拌沈殿工程（c）と移送工程（d）を順次に回分式に行う。

【0029】

無酸素攪拌工程（a）では、ブロワ6を停止し、攪拌機8を駆動して攪拌しながら被処理液を供給し、後述する好気反応工程（b）で生成した硝酸態窒素および亜硝酸態窒素を無酸素状態で被処理液中の有機物を水素供与体として生物学的脱窒素処理する。

【0030】

好気反応工程（b）では、ブロワ6を駆動して散気管7から曝気空気を散気し、後述する第2反応槽9および膜分離槽16における汚泥濃度の高い槽内混合液を返送しながら酸素富裕状態で汚濁物を生物学的処理により酸化分解し、汚濁物を生物体へ同化することで汚濁物粒子（活性汚泥）が成長する。

## 【0031】

攪拌沈殿工程（c）では、ブロワ6を停止し、攪拌機8を駆動して攪拌しながら薬剤供給系5から凝集剤および凝集助剤を供給し、その後静置して沈殿分離する。この沈殿分離は、後工程で膜分離を行うので完全な固液分離層を形成する必要はない。一般的な沈殿分離においては、反応時における槽内混合液の汚泥濃度3～5 g/Lに止めることにより、沈殿層の濃縮活性汚泥濃度5～8 g/Lとなる。本実施の形態では凝集剤を併用し、膜分離した汚泥濃度の高い槽内混合液を返送することで、反応時における槽内混合液の汚泥濃度10 g/L以上を実現可能である。

## 【0032】

移送工程（d）では、攪拌沈殿工程（c）において槽内に形成した低濃度液層の汚泥濃度が低い低濃度液（汚泥濃度4 g/L未満）を第2反応槽9へ供給する。

図1に示すように、回分式反応槽1で無酸素攪拌工程（a）を行う間においては、第1送液系10、第1返送系12による槽内混合液の移送を停止する状態で、被処理液供給系3から流量調整槽2に流入する被処理液を、被処理液送液系4を通して回分式反応槽1へ供給し、生物学的脱窒素処理する。

## 【0033】

回分式反応槽1における回分式活性汚泥処理のサイクルの状態に拘らず、第2反応槽9および膜分離槽16における膜分離活性汚泥処理においては、第2反応槽9の槽内混合液を第2送液系17によって膜分離槽16へ定量で送液するとともに、膜分離槽16の槽内混合液を第2返送系18によって第2反応槽9へ自然流下で返送し、第2反応槽9の槽内混合液を膜分離槽16との間において循環してほぼ完全混合しながら膜分離活性汚泥処理する。

## 【0034】

第2反応槽9ではブロワ13から供給する曝気空気を散気管14から散気し、攪拌機15で攪拌する。この曝気および攪拌は何れか一方を行うことも可能である。膜分離槽16ではブロワ24から供給する曝気空気を散気管23から散気し、曝気空気によって生じる固液混相の上昇流で槽内混合液を浸漬型膜分離装置19の膜充填部21にクロスフローで供給して膜面洗浄を行いながら膜分離し、膜ろ液を吸引ポンプ22を通して槽外へ取り出す。

## 【0035】

図2に示すように、回分式反応槽1で好気反応工程（b）を行う間においては、被処理液送液系4、第1送液系10による移送を停止し、第2反応槽9の槽内混合液を第1返送系12によって回分式反応槽1へ送液する。

## 【0036】

このように、第2反応槽9と膜分離槽16とにおいて槽内混合液をほぼ完全混合しながら膜分離活性汚泥処理し、汚泥濃度の高い槽内混合液を回分式反応槽1へ返送することで回分式反応槽1の汚泥濃度を高めて生物反応を促進し、回分式活性汚泥処理により被処理液中の沈降し易い汚濁成分を除去することができ、汚濁物を吸着（微生物）、凝集（凝集剤）、沈殿させる回分式反応槽1に凝集助剤を留めて次の回分処理時に供給する被処理液に有効に作用させることができる。

## 【0037】

図3に示すように、回分式反応槽1で攪拌沈殿工程（c）を行う間においては、被処理液送液系4、第1送液系10、第1返送系12による移送を停止し、沈殿分離によって低濃度液層を形成する。

## 【0038】

図4に示すように、回分式反応槽1で移送工程（d）を行う間においては、被処理液送液系4、第1返送系12による移送を停止し、第1送液系10によって回分式反応槽1の低濃度液を第2反応槽9へ供給する。

## 【0039】

この低濃度液は汚濁負荷が少なく汚泥濃度の低いものであり、膜分離活性汚泥処理にお

いて第2反応槽9と膜分離槽16の槽内混合液の汚泥濃度が低下する。この汚泥濃度が低下することで膜分離槽16では膜汚染物や汚泥による膜面閉塞を抑止しつつ酸素溶解効率を高めて、回分式反応槽1から流入する沈殿分離し難い難分離物および難生物分解物を膜分離活性汚泥処理できる。

【0040】

余剰汚泥の取り出しは、膜分離槽16から汚泥引抜き系20によって行っても良く、回分式反応槽1の汚泥引抜き系11において行っても良い。膜分離槽16から余剰汚泥を引抜けば回分式反応槽1の汚泥濃度を高く維持でき、回分式反応槽1から余剰汚泥を引抜けば膜分離槽16における負荷軽減を図ることができる。

【0041】

上述した操作において、第2反応槽9における第1返送系12の吸引口を第2送液系17の吸引口より低い位置に配置し、一定時間の静置や攪拌機15の攪拌強度を調整して水深方向の汚泥濃度勾配を形成することで、低深度水深下の汚泥濃度の低い槽内混合液を膜分離槽16へ送液し、高深度水深下の汚泥濃度の高い槽内混合液を回分式反応槽1へ返送することも可能である。

【0042】

この場合には、槽内混合液が循環する第2反応槽9と膜分離槽16とにおいて汚泥濃度差が形成され、第2反応槽9の汚泥濃度が高くなり、膜分離槽16の汚泥濃度が低下することで、第2反応槽9から回分式反応槽1へ返送する槽内混合液の汚泥濃度が高まり、回分式反応槽1における汚泥濃度がより一層高くなり、第2反応槽9から膜分離槽16へ送液する槽内混合液の汚泥濃度を低下することで、膜分離槽16における酸素溶解効率がより一層高くなり、さらなる膜面閉塞の抑制を実現できる。

【0043】

ところで、回分式反応槽1においては運転水位を自由に変えて流量変動に対応可能であるが、膜分離槽16においても水量変動に応じて水位を変動させて運転することも可能である。このため、図7～図10に示すように、第2反応槽9を無くす構成も実現可能である。

【0044】

図7～図10において先の実施の形態と同様の作用を行うものには同一番号を付して説明を省略する。図8は回分式反応槽1で好気反応工程(b)を行う状態に対応し、図7は回分式反応槽1で無酸素攪拌工程(a)を行う状態に対応し、図9は回分式反応槽1で攪拌沈殿工程(c)を行う状態に対応し、図10は回分式反応槽1で移送工程(d)を行う状態に対応する。

【0045】

図10に示すように、膜分離槽16は回分式反応槽1から低濃度液が移送されるときに水位が上昇し、図7～図9に示すように、低濃度液の流入が停止する間においては、浸漬型膜分離装置19による膜ろ液の取り出しに伴って水位が徐々に低下する。

【0046】

膜分離槽16の水位の変動幅は5～50%であり、回分式反応槽1から移送する低濃度液量は膜分離槽16の水位の変動幅に相応する量とする。

図6に示すように、被処理液の1日の流入量Q、返送比r(返送ポンプ流量/流入量)、膜槽(膜分離活性汚泥の槽すべて)容量V、1日の回分サイクル数bとし、被処理水流量変動を回分槽で吸収、すべて回分槽に流入する場合において、膜分離槽の水位変動幅を50%とすると、1サイクル移送量は、その変動幅に収まらなければならない。

【0047】

よって、 $[(r+1)/b]Q < 0.5V$ となる。

サイクル数は多くなるほど、沈殿時間が短縮されるため効率が低下する。サイクル数は多くとも20回/日程度である。また、返送比は通常0.1～5である。

【0048】

よって、例えばb=10、r=1とすれば $V > 0.4Q$ として設計する。

ただし、全容量が比較的小さいとき、例でいえば0.4Qよりあまり大きくないようなときは、槽槽の容量を大きくすることは得策でない。

【図面の簡単な説明】

【0049】

【図1】本発明の実施の形態における水処理装置の無酸素攪拌工程を示す模式図

【図2】同実施の形態における水処理装置の好気反応工程を示す模式図

【図3】同実施の形態における水処理装置の攪拌沈殿工程を示す模式図

【図4】同実施の形態における水処理装置の移送工程を示す模式図

【図5】同実施の形態における回分式反応槽の回分処理手順を示す模式図

【図6】流入量Q、返送比r、膜槽容量V、1日の回分サイクル数bの関係を説明するための図

【図7】本発明の他の実施の形態における水処理装置の無酸素攪拌工程を示す模式図

【図8】同実施の形態における水処理装置の好気反応工程を示す模式図

【図9】同実施の形態における水処理装置の攪拌沈殿工程を示す模式図

【図10】同実施の形態における水処理装置の移送工程を示す模式図

【図11】従来の水処理装置を示す模式図

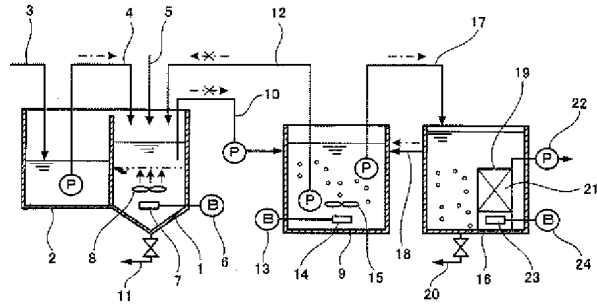
【符号の説明】

【0050】

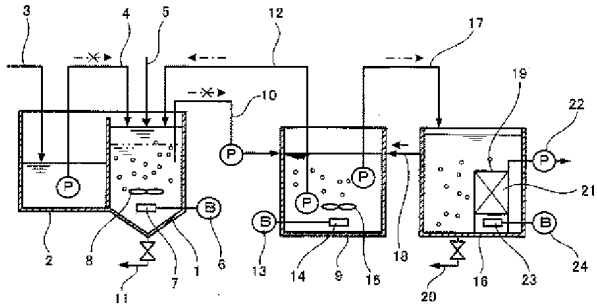
- 1 回分式反応槽（第1反応槽）
- 2 流量調整槽
- 3 被処理液供給系
- 4 被処理液送液系
- 5 薬剤供給系
- 6 ブロワ
- 7 散気管
- 8 攪拌機
- 9 第2反応槽
- 10 第1送液系
- 11 汚泥引抜き系
- 12 第1返送系
- 13 ブロワ
- 14 散気管
- 15 攪拌機
- 16 膜分離槽（第3反応槽）
- 17 第2送液系
- 18 第2返送系
- 19 浸漬型膜分離装置
- 20 汚泥引抜き系
- 21 膜充填部
- 22 吸引ポンプ
- 23 散気管
- 24 ブロワ



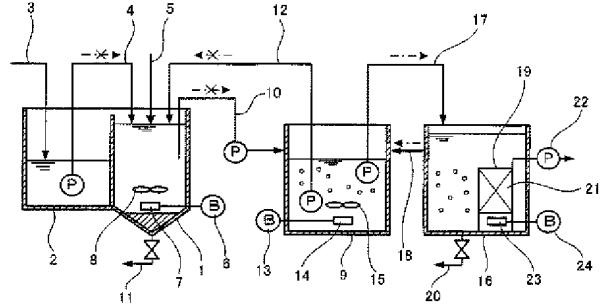
【図1】



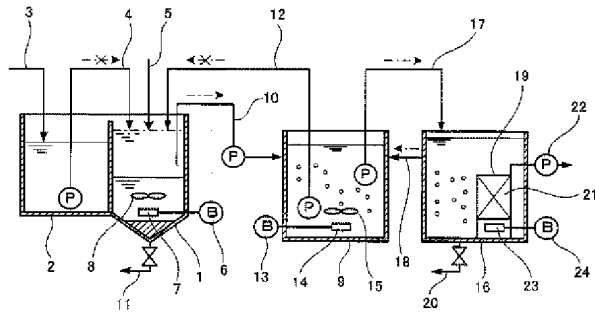
【図2】



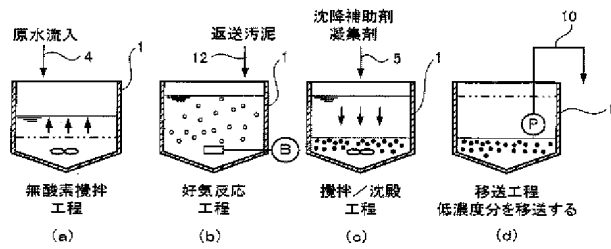
【図3】



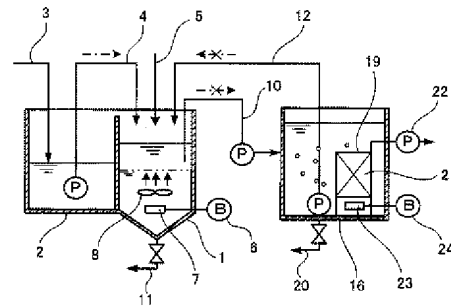
【図4】



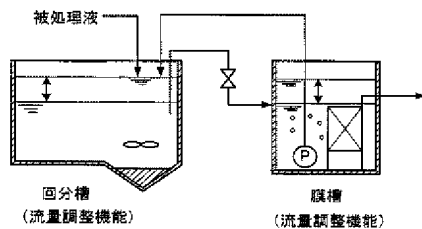
【図5】



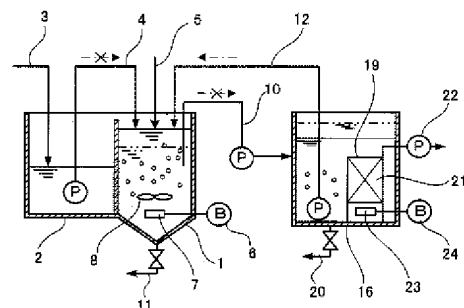
【図7】



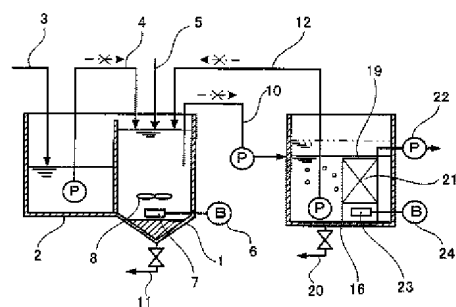
【図6】



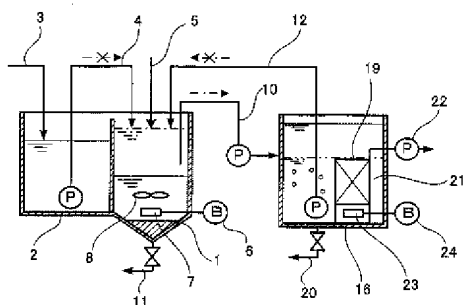
【図8】



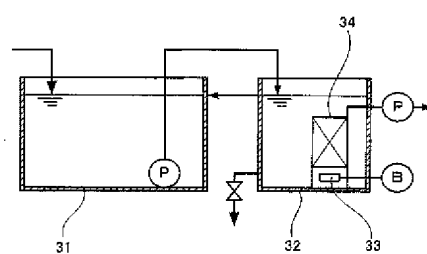
【図9】



【図10】



【図11】



(51)Int.Cl.<sup>7</sup>

F I

テーマコード ( 参考 )

C O 2 F 3/30

Z

(72)発明者 榎谷 英俊

大阪府八尾市神武町 2 - 3 5 クボタメンブレン株式会社内

F ターム(参考) 4D006 GA02 HA91 HA93 KA01 KA43 KB22 KB23 PA01 PB08 PB20  
PB24 PC624D015 BA23 BA28 BB05 CA01 DB01 EA02 EA32 FA01 FA02 FA17  
FA264D028 AB00 BB01 BB06 BC03 BC17 BC26 BD08 BD10 BD11 BD17  
BE02

4D040 BB02 BB08 BB24 BB25 BB52 BB67